

## 06 - REJEITOS DE BAUXITA E SUA APLICAÇÃO EM MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

<http://gmga.com.br/06-rejeitos-de-bauxita-e-sua-aplicacao-em-materiais-de-construcao/>



[10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a6ENS](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a6ENS)

SANTIAGO, Edivaldo Norões<sup>1</sup>; CHOQUE FERNANDEZ, Oscar Jesus<sup>2</sup>; FIGUEIRA, Bruno Apolo Miranda<sup>3</sup>; GOMES, Laércio Gouvêa<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Pará , IFPA-Campus Belém, Discente, Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais-PPGEMAT, [ednosant@yahoo.com.br](mailto:ednosant@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> Instituto Federal do Pará , IFPA-Campus Belém, Prof. Dr., Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais-PPGEMAT, [oscar.fernandez@ifpa.edu.br](mailto:oscar.fernandez@ifpa.edu.br)

<sup>3</sup> Universidade do Oeste do Pará- UFOPA – Prof. Dr. Programa de Ciencia e Tecnologia Instituto de Engenharia e Geociencias-IEG, [brunoufpa@yahoo.com](mailto:brunoufpa@yahoo.com)

<sup>4</sup> Instituto Federal do Pará, IFPA-Campus Belém, Prof. Dr. Mestrado Profissional em Engenharia de Materiais-PPGEMAT, [laercio.gomes@ifpa.edu.br](mailto:laercio.gomes@ifpa.edu.br)

### ABSTRACT

In the beneficiation process of aluminum ores are produced bauxite waste. This material can be used as raw material for the production of civil construction materials, such as mortars and / or ceramic products, which is object of study in this work, although preliminary. About waste were carried out mineralogical characterization and then used as aggregate material with cement, sand, lime and others to mortars production according to specific standards of the ABNT. The bauxite waste is composed of gibbsite, kaolinite, hematite and quartz, has neutral pH and granulometry in the clay fraction. The mechanical tests of the mortars produced show that the smaller the amount of added waste the lower its resistance to compression. The production of mortars with the addition of bauxite waste suggests that it can be used in civil construction since it is in the margin of NBR 13749 specifications.

**Keywords:** aluminum ore; ore treatment; mechanical tests

## INTRODUÇÃO

Um dos vários problemas enfrentados pela humanidade á entrada do século XXI é o da utilização dos resíduos e seu gerenciamento (Debapriya et al. 1999). Os resíduos gerados pelas atividades industriais crescem em importância no cenário ambiental, uma vez que são produzidos por vários tipos de indústria, tais como a metalúrgica, a química, a petroquímica, a papelreira, a alimentícia, etc. Tais resíduos são bastante variados, podendo ser: cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borrachas, metais, escórias, vidros, cerâmicas e outros. Estes representam uma produção de milhões de toneladas por dia em todo o mundo. Assim, a disposição adequada de resíduos passou a ser primordial para a preservação ambiental, surgindo a necessidade de desenvolverem mecanismos para promover a conscientização e a busca de soluções para a implantação de tecnologias capazes de, a um só tempo, minimizar os impactos decorrentes da disposição deste resíduos no ambiente e reduzir os custos envolvidos nessa atividade.

Resíduos das operações metalúrgicas para a obtenção de alumínio se iniciam na mineração de bauxita e estão relacionados à fração fina da separação por tamanho de partícula, via classificação em peneiras ou hidroclassificadores (chamados de resíduos da lavagem). Na produção de alumina durante o processo Bayer, o resíduo da lixiviação alcalina da bauxita, saturado com soda cáustica – a lama vermelha - é o resíduo principal, embora as emissões de gases e partículas de caldeiras da calcinação, fornos e secadores de bauxita também podem ser importantes. Na produção de alumínio metálico pelo processo Hall-Heroult a emissão de fluoretos a partir de células de redução, gases, fumaças e vapor resultantes da destilação do passo são considerados resíduos que podem gerar problemas ambientais (UNCTAD 1995).

Na busca de soluções que minimizem as agressões ao ambiente, o setor da construção civil movimenta e consome enormes volumes de recursos materiais (John 2008) e é o setor responsável por elevados consumos de energia. Dentro da construção civil, a reutilização dos resíduos sólidos pode ajudar a reduzir os custos e prejuízos ambientais relativos ao tratamento e/ ou disposição final desses resíduos, e também na redução dos impactos ambientais decorrentes da extração de matéria-prima diretamente do ambiente.

## UPGRADE DA BAUXITA E LAMAS DE LAVAGEM

A bauxita é um importante minério de alumínio composto por óxidos de alumínio com vários graus de hidratação, ocorre misturada com óxi-hidroxidos de ferro, óxidos de titânio, além de argilominerais. A bauxita é tratada com poucas operações típicas do beneficiamento de minérios, como britagem, moagem e peneiramento para remoção da fração argilosa (minerais de sílica) (Sampaio et al. 2005). Algumas minas usam operações complementares como elutriação, ciclonação (Buntenbach et al. 2017, Antoniassi 2010) para classificação da bauxita bruta, a fim de remover os argilominerais (argila e areia fina). Os argilominerais são usualmente depositados em bacias de rejeitos (Figura 1), e podem ser usados para reflorestamento visando reestabelecer a vegetação natural. Esse material é considerado como resíduo da lama de lavagem da bauxita, e possui baixa porcentagem de sólidos. A elutriação em combinação com a classificação por ciclones é realizada para baixar a quantidade de sílica reativa (caulinita). Algumas minas que estão usando essas operações são: Juruti e Trombetas (Brasil), Awaso (Ghana), Weipa (Australia), Coermotibo (Suriname), entre outros (Buntenbach et al. 2017).

O uso eficiente dos recursos de bauxita do mundo exige maximizar tanto a quantidade quanto a qualidade da alumina que é extraída. Uma das principais causas da ineficiência do processo Bayer é a presença de impurezas contidas na bauxita. A indústria carece de métodos tecnicamente e economicamente viáveis para controlar e remover essas impurezas. A tendência para menores teores de bauxita disponível no futuro só irá agravar esse problema (Buntenbach et al. 2017). Assim o beneficiamento da bauxita, geraria economia de processos, especificação do local em declínio das reservas de bauxita, redução do conteúdo de impurezas do licor e redução de escalas impactando em: aumento da produtividade do licor (menor consumo de soda cáustica); aumento da produção na refinaria e menor custo de capital por tonelada de alumina; melhor eficiência energética a partir do aumento da concentração de soda cáustica; maximização nas reservas de bauxita e; menor degradação da qualidade da alumina.

Os resíduos de lama de lavagem acumulados durante décadas de produção poderiam ser aplicados na produção de materiais de construção civil (argamassa), seguindo normas NBR. Assim a utilização deste resíduo em matrizes cimentícias torna-se bastante atrativo pelo fato de elevada quantidade de consumo de cimento. Pouca informação foi encontrada em sua essência, de aplicação de resíduos industriais, como a lama de lavagem da bauxita principalmente no setor da construção civil, que consome um volume exagerado de matéria-prima na confecção de seus produtos. Azevedo (2017), caracterizou os rejeitos de bauxita para produção de cimento ambientalmente sustentável e de baixo custo.



Figura 1.

Barragem de lama de lavagem (Foto: Henrique Kahn, em Antoniassi 2010)

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de rejeito de lama de lavagem da bauxita estudadas aqui foram fornecidas por empresas que atuam na Amazônia. Foram determinados o seu pH original, na barragem de rejeito, sua distribuição de tamanho de partículas usando o granulômetro a laser Analyssete 22 da Fritsch (UFPA) e análises mineralógicas feitas por difração de raios-X (DRX), usando o difratômetro X'Pert Pro MPD (LCM/UFPA). A identificação de fases foi feita usando o software HighScore Plus e a base de dados PDF-4.

As argamassas foram preparadas usando areia natural como agregado (composta basicamente por quartzo), procedente das jazidas do município de Trauateua, estado do Pará. O cimento utilizado como base para produção das argamassas foi o CII 32F Poty e cal. As características desses materiais são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas dos materiais utilizados

MATERIAL	MASSA UNITÁRIA – NBR 7215 (g/cm <sup>3</sup> )	MASSA ESPECÍFICA – NBRNM52 (g/cm <sup>3</sup> )		
			CIMENTO	1,25
			CAL	0,46
			AREIA	1,55

Foram definidos três traços de argamassa (Tabela 2), para a obtenção do traço de referência. Durante a produção das argamassas o TRA 1 apresentou características favoráveis para o estudo, como melhor trabalhabilidade e maior coesão entre os materiais constituintes, e serviu de base para os traços com substituição parcial do cimento por rejeitos de bauxita.

Tabela 2. Traços para definição da referência.

MATERIAIS	TRAÇO (g)		
	TRA 1	TRA 2	TRA 3
CIMENTO	333,30	141,50	434,80
CAL	210,30	127,50	137,20
AREIA	2889,30	1165,00	2826,20
ÁGUA	258,00	240,00	261,00

Definido o traço de referência, foram preparados mais quatro traços de argamassa, contendo 5%, 10%, 20% e 30% de adição de rejeito de lama de lavagem em substituição ao cimento. Os traços estão descritos

na Tabela 3. A quantidade de material descrita nesta tabela para cada traço foi suficiente para moldar seis corpos de prova cilíndricos.

Tabela 3. Materiais utilizados no traço de argamassa com rejeitos de lama de lavagem de bauxita (LL)

MATERIAL	TRAÇOS COM ADIÇÃO DE REJEITO DE LAMA DE LAVAGEM DA BAUXITA (g)			
	5%	10%	20%	30%
CIMENTO	316,60	300,00	266,70	233,70
CAL	210,30	210,30	210,30	210,30
AREIA	2889,30	2889,30	2889,30	2889,30
LL	18,00	36,10	72,10	95,70
ÁGUA	258,00	258,00	258,00	258,00

Os corpos de prova, com dimensões de (50mm x 100mm) foram moldados em tubos de PVC e curados por 28 dias em câmara úmida em temperatura ambiente de 23°.

Os ensaios foram executados realizados na máquina universal AROTEC WDW-100E.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os rejeitos de lama de lavagem ocorrem levemente agregados, apresentam cor amarronzada (Figura 2) e estão constituídos por gibbsita, hematita, quartzo e a argila caulinita (Figura 3). O pH é 6,6, praticamente neutro.



Figura 2. Feições de uma amostra

de lama de lavagem.

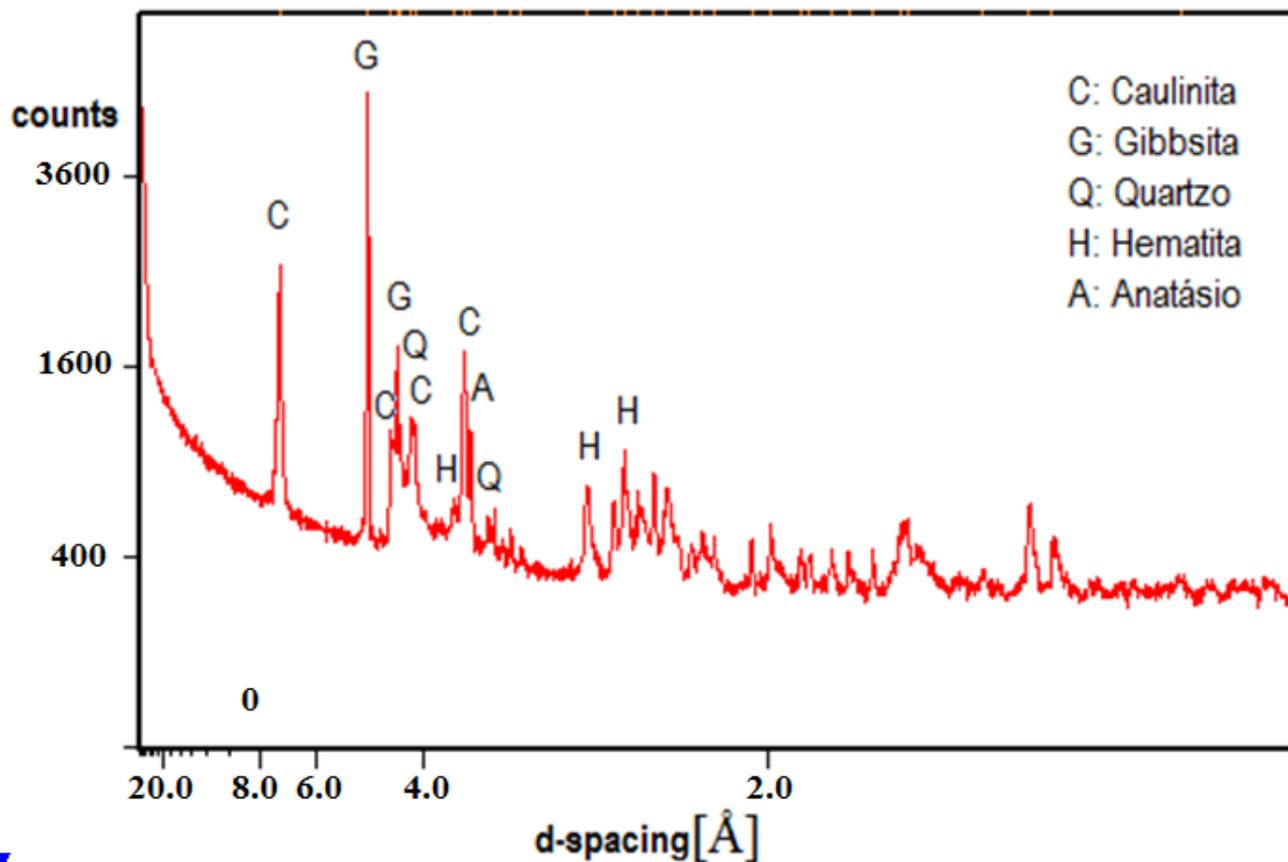


Figura 3. Espectro difratométrico da lama de lavagem.

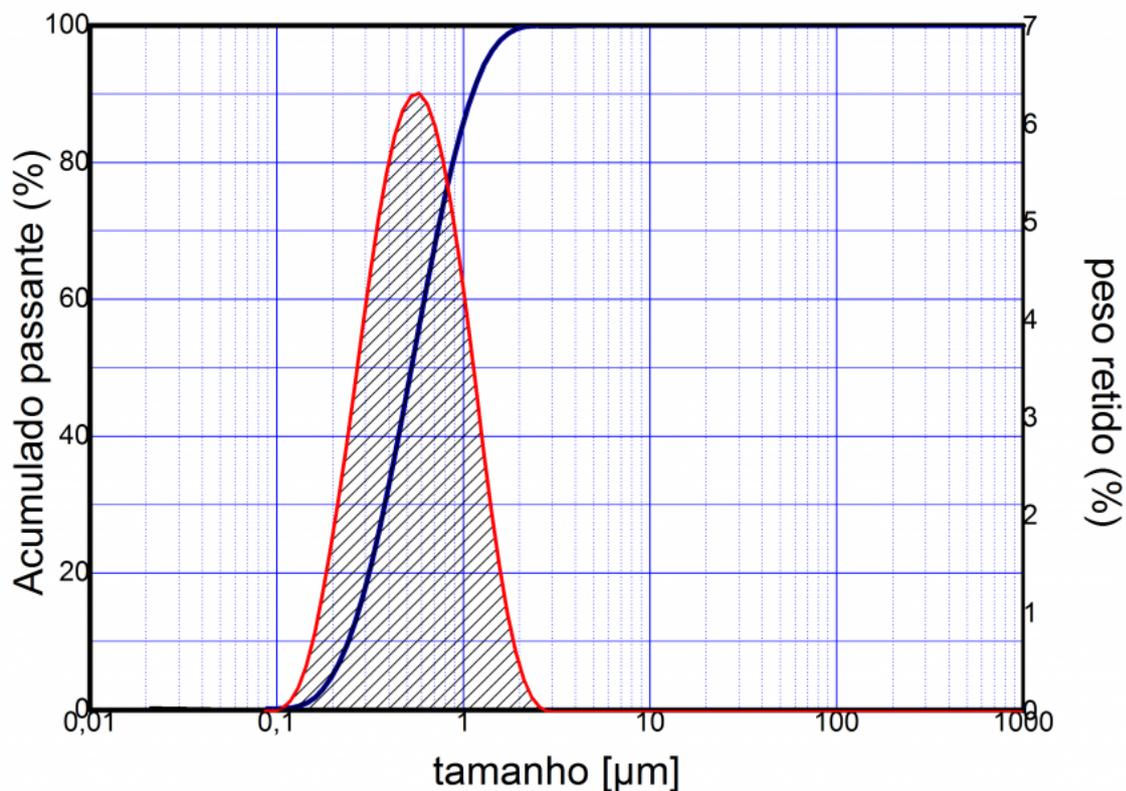


Figura 4. Curva de distribuição granulométrica para amostra de rejeito de lama de lavagem de bauxita.

Os ensaios mecânicos mostram que a resistência à compressão com adição de lama de lavagem de bauxita decai muito, quase à metade daquela do material de referência. No entanto, entre os traços com substituição parcial de cimento pelos finos de bauxita, diminui conforme decresce a adição de rejeito de lama de lavagem (Figura 5).

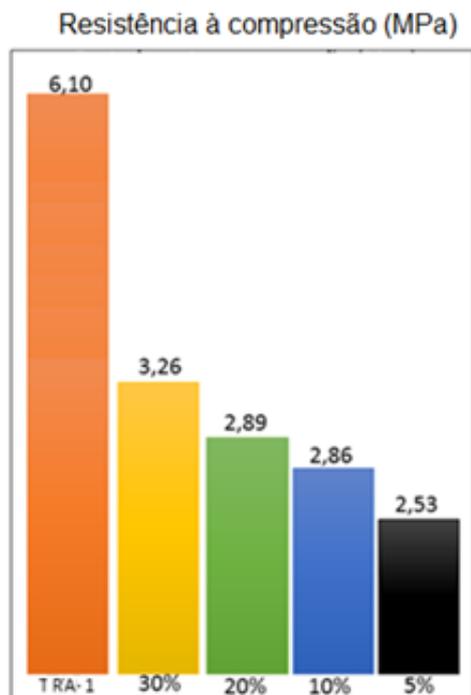


Figura 5. Ensaio mecânico das argamassas com adição de rejeito de lama de lavagem e para comparação sem adição de rejeito de lama de lavagem (TRA-1).

## CONCLUSÕES

O rejeito mostra ser neutro e está constituído de gibbsita, caulinita, hematita, anatásio e quartzo..

Com a adição de rejeito de lama de lavagem da bauxita, as resistências à compressão são diferentes devido à diferença de qualitativos de resíduos. A substituição de 30% do cimento por rejeito de lama de lavagem da bauxita apresentou uma resistência satisfatória, de acordo com as especificações da NBR 13749.

A utilização de rejeitos gerados a partir do beneficiamento da bauxita pode ser viável para utilização em obras de engenharia, desde que o mesmo atenda às normas propostas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Para tanto é necessário que se façam maiores testes tanto de caracterização do material quanto aos testes do material reagido com cimento para cada material, pela enorme diversidade de rejeitos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UFPA (laboratórios LAMIGA e LCM) pelas análises realizadas. O primeiro autor agradece ao IFPA, bolsa de estudos do projeto APIPA, EDITAL n° 01/2017 – PROPPG.

## REFERÊNCIAS

- Antoniassi, J. L. 2010. A difração de raios X com o método de Rietveld aplicada à bauxitas de Porto Trombetas, PA. Dissertação de Mestrado. USP, São Paulo.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1987) NBR 7217: Agregados: Determinação da composição granulométrica, Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996) NBR 7215: Cimento Portland: Determinação de resistência à compressão, Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013). NBR13749 de Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro.
- Azevedo, T.F. 2017. Caracterização de rejeitos de bauxita (Porto Trombetas, Pará) para produção de cimento ambientalmente sustentável e de baixo custo. VI Jornada Acadêmica da Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém/PA.
- Buntenbach, S., Baumann, T., Donhauser, F. 2017. Disponível em: [https://www.academia.edu/7636803/Beneficiation of Bauxite Upgrading of Recoverable Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>](https://www.academia.edu/7636803/Beneficiation_of_Bauxite_Upgrading_of_Recoverable_Al2O3). Acessado em dezembro de 2017.
- Debapriya, D.; Sukumar, M.; Adhikari, B. 1999. Reclaiming of rubber by a renewable resource material (RRM). II. Comparative evaluation of reclaiming process of NR vulcanizate by RRM and diallyl disulfide. *Journal of Applied Polymer Science*. 73(14): 2951-2958.
- John, V. M. A. 2008. Construção, o meio ambiente e a reciclagem. Disponível em: [http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a\\_construcao\\_e.htm](http://www.reciclagem.pcc.usp.br/a_construcao_e.htm) . Acessado em janeiro de 2018.
- Sampaio, J. A.; Andrade, M. C.; Dutra, A. J. B. 2005. Bauxita. In: Rochas & minerais industriais: usos e especificações. Rio de Janeiro: CETEM. Parte II. Cap.13. p. 279-304.
- UNCTAD, 1995. Environmental Aspects of Bauxite, Alumina and Aluminium Production in Brazil. UNCTAD/COM/49, 8 February 1995. Disponível em: <http://unctad.org/en/Docs/pocomd49.en.pdf>. Acessado em dezembro de 2017.



[10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a6ENS](https://doi.org/10.31419/ISSN.2594-942X.v52018i1a6ENS)

PDF generated by Kalin's PDF Creation Station